

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-158034

(43)Date of publication of application : 25.06.1993

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/1335

(21)Application number : 03-318991

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 03.12.1991

(72)Inventor : YAMAMOTO YOSHITAKA
ISHII YUTAKA

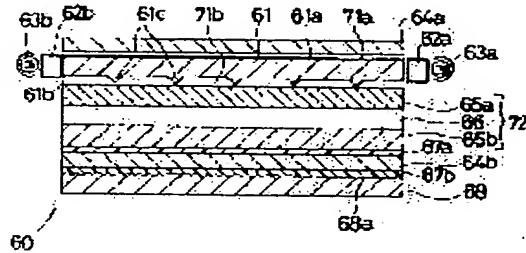
(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make a bright display by forming plural projection parts on the surface of a light guiding plate on the side of a liquid crystal display element and specifying the angle of incidence of light source light on the light guiding plate.

A 70

CONSTITUTION: The light guiding plate 61 where the projections 61C are formed is arranged on the observer 70 side of the liquid crystal display element 72 and a couple of lamps 63a and 63b are arranged as a light source on the outward side of the opposite flank of the light guiding plate 61. The angle θ of incidence of the light source light 69 on the internal surface of the light guiding plate 61 on the opposite side from the liquid crystal display element 72 is set so as to satisfy an inequality, namely, provide total reflection. In the inequality, (n) is the refractive index of the light guiding plate 61, n1 is the refractive index of a material of the light guiding plate 61 which is positioned on the opposite side from the liquid crystal display element 72, and θ is the angle of incidence of the light source light 69 on the surface of the light guiding plate 61 on the opposite side from the liquid crystal display element 72. Therefore, the part of reflected light which is made incident on the projection parts 61C is smaller in incidence angle θ than light which is made incident on other surface, so the light is projected on the side of the liquid crystal display element 72. Then light which is reflected by a reflecting plate 8 and does not matches a total reflection state passes through the light guiding plate 61.



$$n_1 < n \cdot \sin \theta$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.07.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.04.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

[application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3007735

[Date of registration] 26.11.1999

[Number of appeal against examiner's decision of 10-08185
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 21.05.1998
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal display component constituted by intervening in a liquid crystal layer between a transparency substrate and the opposite substrate equipped with a reflective means to counter this transparency substrate, to be arranged and to reflect the incident light from a transparency substrate side, The light guide plate arranged at the transparency substrate side of said liquid crystal display component and the light source arranged on the side face of said light guide plate are included. It is [Equation 1], when the liquid crystal display component of a light guide plate sets to n_1 the refractive index of the matter located in the opposite side and the liquid crystal display component of a light guide plate sets whenever [incident angle / of the light source light on the front face of the opposite side] to theta by forming two or more heights in the liquid crystal display component side front face of said light guide plate, and setting the refractive index of a light guide plate to n . The liquid crystal display characterized by fulfilling the conditions of $n_1 < n - \sin\theta$.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the liquid crystal display of the so-called reflex used for OA (office automation) devices, such as a word processor and a personal computer, the viewfinder of a portable video tape recorder or the various monitors of a picture signal, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is the display which liquid crystal does not emit light itself, but receives light to EL (Electro Luminescence; electroluminescence), CRT (Cathode Ray Tube; cathode-ray tube), LED (Light Emmitting Diode; light emitting diode), etc. being displays which emit light themselves, and is displayed. Therefore, the light source is required, in order to visualize a display so that it may be visible to human being's eyes. From the former, many approaches are proposed and put in practical use as light equipment of an accepting-reality form liquid crystal display. Below, main things are shown.

[0003] ** Lighting lamp method drawing 8 is the sectional view showing the example of a configuration of the liquid crystal display which uses the light equipment of a lighting lamp method. Lamps 11a and 11b are arranged the front-face side of a liquid crystal display 12 in the side. A liquid crystal display 12 is penetrated, it is reflected with a reflecting plate 13, and the light from Lamps 11a and 11b is floodlighted again to a liquid crystal display 12, and turns into display light. In the case of this lighting lamp method, the lamps 11a and 11b which are the light sources can be installed in the front-face side of the screen of a liquid crystal display 12, and there are also few components mark and they are a simple and cheap liquid crystal display.

[0004] ** Reflecting mirror method drawing 9 is drawing showing the example of a configuration of the liquid crystal display which uses the light source of a reflecting mirror method. The reflecting mirror method of the use effectiveness of light is high, and since high brightness is obtained, it is a method used well. In the liquid crystal display 24 of a lamp 23, a reflecting plate 22 is arranged in the opposite side, and the light from a lamp 23 is efficiently emitted to a front face (liquid crystal display 24 side). Only with a reflecting plate 22, there is a problem from which a high brightness part tends to serve as a bias and brightness unevenness around a lamp 23, the diffusion plate 21 is arranged in the front face of a lamp 23, thickness of the diffusion plate 21 is changed, and the homogeneity of brightness is improved. The light from the diffusion plate 21 is floodlighted to a liquid crystal display 24.

[0005] ** Monotonous form lamp method drawing 10 is drawing showing the configuration of the liquid crystal display which uses the light equipment of a monotonous form lamp method. A fluorescence agent is applied to the inside of both the front-windshield plate 35 and the tooth-back glass plate 36, and a phosphor screen 31 is formed. Discharge electrodes 32a and 32b are arranged in the right-and-left both ends of a phosphor screen 31, and a phosphor screen 31 emits light by discharge between discharge electrode 32a and 32b. The light from a phosphor screen 31 is floodlighted by the liquid crystal display 37. the lamp itself is plate-like and it makes this monotonous form lamp method arrange in the tooth-back side of a liquid crystal display 37 -- sufficient -- since optical system is unnecessary, there is an advantage that the use effectiveness of light is high.

[0006] ** Light guide plate method drawing 11 is drawing showing the configuration of the liquid crystal display which uses the light equipment of a light guide plate method. The light guide of the light emitted from the lamp 41 is carried out by the multiple echo in the inside of the light guide plate 43 constituted from acrylic resin which was excellent in translucency. In the liquid crystal display 45 of a light guide plate 43, the reflecting plate 42 is arranged in the opposite side front face, and the light from a lamp 41 is taken out only from a front face through the diffusion plate 44, and is floodlighted by the liquid crystal display 45. Here, although a lamp 41 condenses using a reflecting

plate 42, the slit which is not illustrated and improvement in the use effectiveness of light is aimed at in many cases, since this light equipment is not what used the total reflection of a light guide plate theoretically, a reflecting plate 42 and said slit do not restrict the incident angle of light. This light equipment is a thin form comparatively, and since it excels also in the homogeneity of brightness, it can respond to thin form-ization of the electronic equipment using the liquid crystal display of a pocket form.

[0007] ** Although the EL method EL is light equipment of a thin form and a lightweight plan type, it excelled in the homogeneity of brightness and it has the special feature as light equipment of a liquid crystal display, color degradation in use with the narrow selection width of face of a light color with low surface brightness has a fault, such as being quick, and has been set and changed into the fluorescent lamp with colorization of a liquid crystal display. However, since development of EL of high brightness and a raise in a life is progressing in recent years, the EL lamp is again improved with the formation of a thin form of a liquid crystal display.

[0008] ** Transparency reflecting plate method drawing 12 is drawing showing the configuration of the liquid crystal display which uses the light equipment of a transparency reflecting plate method. After being reflected with the front reflecting plate 54 arranged in the front face (watcher 55 side) of a liquid crystal display 52, penetrating a liquid crystal display 52, being reflected with the tooth-back reflecting plate 53, and the light emitted from the lamp 51 penetrating a liquid crystal display 52 again and penetrating the front reflecting plate 54, it reaches the watcher 55 who looks at a liquid crystal display 52. The liquid crystal display using this light equipment is not put in practical use yet.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In recent years, the miniaturization of OA equipment, such as a word processor and a personal computer, and portable-ization are progressing. By the device of a portable form, considering the simple nature of carrying, the formation of a thin form and lightweight-ization are indispensable conditions, and the formation of a thin form of a keyboard, a display, a cell, etc., etc. and lightweight-ization are progressing quickly. On the other hand, reduction of power consumption is also important, and under the environment by which lighting was ready, since a display can be seen only by outdoor daylight, as for the reflex liquid crystal display, the display device by which light equipment is not attached is used widely. However, in this kind of liquid crystal display, if surrounding lighting becomes dark, a display will become hard to see, and there is a problem which causes trouble to use.

[0010] In order to solve these problems, the reflex liquid crystal display which are a light weight and a thin form and was equipped with the light equipment which can be illuminated to homogeneity over the whole display surface is required. In a reflex liquid crystal display, since it cannot illuminate from a tooth-back side, transparent light equipment must be arranged in the front face of the screen. Since light equipment can be used only when [-- the reflex liquid crystal display carrying transparent front-end form light equipment can see a display only by outdoor daylight, without using light equipment with a built-in device, when surrounding lighting is bright, and when surrounding lighting is inadequate, light equipment with a built-in device is used for it --] required, reduction of power consumption is achieved.

[0011] In the case of six kinds of above-mentioned conventional techniques, no ** reflecting mirror methods, ** monotonous form lamp methods, and **EL methods can install light equipment in the front face of a liquid crystal display on structure. Moreover, ** light guide plate method has a reflecting plate, and since light equipment is not transparent, it cannot be prefaced.

[0012] ** By both the lighting lamp method and ** transparency reflecting plate method, although it can install in the front face of a liquid crystal display, there is a problem that uniform lighting is difficult. Moreover, by ** transparency reflecting plate method, there is a problem that light equipment becomes on a large scale and thick. In addition, the display mode using a polarizing plate, for example, TN-LC, (Twisted Nematic Liquid Crystal), In STN-LC (Super Twisted Nematic LC)

Although it twists 90 degrees to 270 degrees by making the liquid crystal molecule in a liquid crystal display component into initial orientation, a liquid crystal display component is arranged among two-sheet 1 set of polarizing plates and it displays using the optical property of the liquid crystal display component, i.e., the rotatory-polarization property at the time of non-electric field, and the rotatory-polarization dissolution property at the time of electrical-potential-difference impression. By the above-mentioned ** lighting lamp method and ** transparency reflecting plate method, in order to have to install light equipment in the outside of two polarizing plates, light source light will pass each polarizing plate a total of 4 times by a unit of 2 times. For this reason, the absorption of light in a polarizing plate is large, the use effectiveness of light source light falls, and there is a problem that a display becomes dark.

[0013] The purpose of this invention is offering the liquid crystal display of the reflex in which a bright display is possible.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The liquid crystal display component constituted by this invention intervening a liquid crystal layer between a transparency substrate and the opposite substrate equipped with a reflective means to counter this transparency substrate, to be arranged and to reflect the incident light from a transparency substrate side, The light guide plate arranged at the transparency substrate side of said liquid crystal display component and the light source arranged on the side face of said light guide plate are included. It is [0015], when the liquid crystal display component of a light guide plate sets to n_1 the refractive index of the matter located in the opposite side and the liquid crystal display component of a light guide plate sets whenever [incident angle / of the light source light on the front face of the opposite side] to theta by forming two or more heights in the liquid crystal display component side front face of said light guide plate, and setting the refractive index of a light guide plate to n .

[Equation 1] It is the liquid crystal display characterized by fulfilling the conditions of $n_1 < n - \sin\theta$.

[0016]

[Function] If this invention is followed, a reflective means will be arranged at the opposite substrate side which counters a transparency substrate and is arranged, and a display will be performed by controlling transparency/cutoff of light using the liquid crystal display component which reflects the light by which incidence is carried out from a transparency substrate side. A light guide plate is arranged at the transparency substrate side of a liquid crystal display component, and, as for the liquid crystal display of this invention, the light source is arranged outside the side face of this light guide plate at a way side.

[0017] At this time, with the liquid crystal display component of said light guide plate of light source light, the incident angle theta to an opposite side internal surface is set up so that relational expression with one above may be filled, namely, so that total reflection may be carried out. Since whenever [incident angle] is smaller than the light which carries out incidence to front faces other than a height as for the light which carried out incidence to said projection part at least among this reflected light, outgoing radiation of it is carried out to a liquid crystal display component side. Therefore, incidence of the light source light is carried out to a liquid crystal display component, without carrying out outgoing radiation to a transparency substrate, i.e., watcher, side. This incident light is reflected with the reflective means with which an opposite substrate side is equipped, and only the light which does not suit the total reflection condition in a light guide plate among the display light which penetrated the liquid crystal display component passes a light guide plate. That is, since the light which carries out incidence to the eyes of the watcher located in a fixed distance from the transparency substrate used as the screen does not suit total reflection conditions, it can usually see a display satisfactory. Moreover, when the light source is erased, a light guide plate becomes transparent, and it does not become the failure of the incidence of the outdoor daylight from a transparency substrate side, but the display based on outdoor daylight is performed.

[0018] Thus, the light equipment which consists of a light guide plate and the light source can be

installed in the front-face (screen) side of a liquid crystal display component, uniform and good lighting is attained at the time of light source lighting, at the time of light source putting out lights, a light guide plate can become transparent, and the failure of the incidence of outdoor daylight does not become, but a good display can be realized. Moreover, said light equipment can serve as thin form plate-like, and can be installed between a polarizing plate and a display device. In this case, compared with the conventional liquid crystal display which has arranged light equipment on the outside of a polarizing plate, the count of passage of a polarizing plate can accumulate few once, the absorption of light by the polarizing plate can decrease, and a bright display can be realized. [0019]

[Example] Drawing 1 is the sectional view showing the configuration of the liquid crystal display 60 which is one example of this invention. Between polarizing plate 64a of a pair, and 64b, a liquid crystal display 60 arranges the liquid crystal display component 72, and is constituted. Between transparency substrate 65a of the pair which consists of glass etc., and 65b, the liquid crystal display component 72 intervenes and the liquid crystal layer 66 is constituted. In this example, the liquid crystal display component 72 is a liquid crystal display component of a TFT (Thin Film Transistor) method, as mentioned later. In this example, although explained taking the case of a TFT method, it may not be limited to this and a passive matrix, other methods, for example, MIM (Metal Insulator Metal) method, etc. is sufficient.

[0020] A reflecting plate 68 is arranged in the liquid crystal display component 72 of polarizing plate 64b in the opposite side. Since the liquid crystal display component 72 side front face of a reflecting plate 68 reflects the incident light from the liquid crystal display component 72 side in homogeneity, irregularity is formed.

[0021] Between the liquid crystal display component 72 and polarizing plate 64a, air spaces 71a and 71b are intervened between polarizing plate 64a, and a light guide plate 61 is arranged. Two or more height 61c is formed in the liquid crystal display component 72 side front face of a light guide plate 61.

[0022] Lamps 63a and 63b are arranged outside the side face in which a light guide plate 61 counters at a way side, respectively. Between a light guide plate 61 and Lamps 63a and 63b, Collimators 62a and 62b are arranged, respectively. Collimators 62a and 62b restrict the incident angle to up surface 61a of a light guide plate 61 of the outgoing radiation light from Lamps 63a and 63b. In addition, a reflecting plate is formed in the side face in which the lamps 63a and 63b of a light guide plate 61 are not arranged, and you may make it prevent the leakage of light.

[0023] Transparency substrate 65b and polarizing plate 64b, polarizing plate 64b, and a reflecting plate 68 are pasted up with the transparency adhesives 67a and 67b, respectively.

[0024] Here, transparency substrate 65a, the liquid crystal layer 66, transparency substrate 65b, polarizing plate 64b, and the transparency adhesives 67a and 67b chose the ingredient so that a refractive index might become almost equal.

[0025] Here, in order to restrict the incident angle of the incident light from Lamps 63a and 63b to a light guide plate 61, Collimators 62a and 62b were used, but other approaches may be used as long as it can restrict an incident angle within fixed limits. For example, possible, in the part near Lamps 63a and 63b, as for restricting incident light also by attaching a slit in Lamps 63a and 63b, whenever [to a light guide plate 61 / incident angle] is small, and since total reflection does not happen and direct light source light leaks from light guide plate 61 front face outside, it may cover this part. Moreover, if the refractive index n of a light guide plate 61 is made into a suitable value, all the light that carried out incidence to the light guide plate 61 can fulfill total reflection conditions. In this case, a collimator may be omitted.

[0026] Moreover, it may be made to perform coating for repairing the blemish produced in order to prevent coating or a blemish for making the antireflection film and total reflection easy to produce etc. if needed to one of the front faces 61a and 61b of a light guide plate 61, or both.

[0027] Moreover, as long as a reflecting plate 68 and transparency substrate 65b can be fixed with

means other than transparency adhesives, you may make it filled up with bulking agents, such as a silicone oil, instead of transparency adhesives.

[0028] Up surface 61a of a light guide plate 61 may be coated with an ingredient with a refractive index smaller than a light guide plate ingredient further again. In this case, the direct adhesion of the polarizing plate 64a can be carried out on a light guide plate 61. Furthermore, if the refractive index of a light guide plate 61 and polarizing plate 64a is made into a suitable value, the direct adhesion of the polarizing plate 64a can be carried out on a light guide plate 61. Moreover, lower surface 61b of a light guide plate 61 may be coated with an ingredient with a bigger refractive index than a light guide plate 61. Moreover, if there is no trouble in taking out light from lower surface 61b of a light guide plate 61, coating may be performed to lower surface 61b, and it will not matter even if it pastes up with transparency adhesives with glass substrate 65a and a suitable refractive index.

[0029] Although this example furthermore described the liquid crystal display which uses a polarizing plate, it can carry out also to the liquid crystal display which does not use polarizing plates, such as macromolecule distributed process input output equipment. In this case, in drawing 1, polarizing plates 64a and 64b and adhesives 67a are omissible.

[0030] Drawing 2 is process drawing explaining the production process of a liquid crystal display 60. At a process a1, transparency substrate 65b is formed using borosilicate glass, on the other hand, an amorphous silicon TFT is formed in the procedure of this transparency substrate 65b general in a front face, and a picture element electrode is formed in the shape of a matrix. Resin, such as polyimide, is applied to the front face, rubbing processing is performed, and the orientation film is formed. At a process a2, transparency substrate 65a is formed using borosilicate glass etc., and, on the other hand, the transparent electrode (ITO; Indium TinOxide) and orientation film which are a common electrode on a front face are formed.

[0031] At a process a3, the transparency substrates 65a and 65b are arranged so that an electrode forming face may counter, and a spacer is intervened between substrates, and it is *****. At a process a4, TN (Twisted Nematic) liquid crystal is enclosed between transparency substrate 65a and 65b. Here, although liquid crystal used ZLI-1565 by Merck Co., other liquid crystal ingredients may be used. For example, since a polarizing plate will become a defect if the polymer distributed liquid crystal which is the liquid crystal ingredient which compound-ized the organic macromolecule and the liquid crystal compound is used, the use effectiveness of light improves. Moreover, if the liquid crystal ingredient of a guest host mold is used, a polarizing plate can be displayed by one sheet. Furthermore, if the liquid crystal ingredient of the White Taylor mold is used also especially among guest host molds, a polarizing plate will become unnecessary like the compound-ized liquid crystal ingredient of an organic macromolecule and a liquid crystal compound. On the other hand, many ingredients are known besides the ingredient shown by this example also in TN liquid crystal ingredient, and it does not matter even if it uses other ingredients.

[0032] Then, at a process a5, polarizing plate 64b is pasted up on transparency substrate 65b by transparency adhesives 67a of an epoxy system. Then, at a process a6, the aluminum reflecting plate 68 which performed hairline processing is pasted up on polarizing plate 64b by transparency adhesives 67b of an epoxy system. Then, the light guide plate 61 made from PMMA (polymethylmethacrylate) of about 2.5mm of board thickness in which the height of a cone form with a diameter [of about 20 micrometers] and a height of about 12 micrometers was formed on the surface of one side was fixed to the location of extent which touches up substrate 65a lightly.

[0033] Although this example showed the example which pasted up the aluminum reflecting plate 68 on polarizing plate 64b, it does not limit to this. For example, since polarizing plate 64b is omissible among one pair of polarizing plates 64a and 64b if the ECB (Electrically controlled birefringence) mold LC, the guest host mold LC, the White Taylor mold guest host LC, polymer distributed process input output equipment LC, etc. are used, a reflecting plate can be formed on glass substrate 65b.

[0034] Then, at the process a8, up surface 61a of a light guide plate 61 and spacing of about 1mm were opened, and polarizing plate 64a was attached. After fixing to the frame which does not

illustrate these, in the process a9, Collimators 62a and 62b and Lamps 63a and 63b were attached. [0035] Drawing 3 is drawing explaining the principle of operation of a light guide plate 61. The light 69 which carried out incidence to the light guide plate 61 from Lamps 63a and 63b is [0036] when the refractive index of theta 1 and a light guide plate 61 is set to n for the incident angle over up surface 61a of a light guide plate 61.

[Equation 2] When fulfilling the conditions of $\sin\theta_1 > 1/n$, incident light 69 spreads the light guide plate 61 interior, repeating reflection by up surface 61a of a light guide plate 61, and lower surface 61b. At this time, when light carries out incidence to height 61c formed in lower surface 61b of a light guide plate 61, the incident angle theta 3 to the front face of height 61c is [0037].

[Equation 3] It is $\theta_3 = \theta_1 - \theta_2$. Here, the incident angle theta 3 is [0038].

[Equation 4] If the conditions of $\sin\theta_3 < 1/n$ are fulfilled, total reflection of the light 69 will not be carried out on the front face of height 61c of a light guide plate 61, but it will carry out outgoing radiation to the exterior of a light guide plate 61. At this time, the outgoing radiation include angle theta 4 is [0039].

[Equation 5] If $\theta_4 > 90^\circ - \theta_2$ are filled, incidence of the light which carried out outgoing radiation will be again carried out to a light guide plate 61 from lower surface 61b, and it will carry out outgoing radiation from up surface 61a.

[0040] It is [0041] in order to prevent this.

[Equation 6]

$$\theta_1 < \theta_2 + \sin^{-1}[\sin(90^\circ - \theta_2)/n]$$

What is necessary is just to restrict the incident angle theta 1 so that ***** may be satisfied.

Since PMMA was used as an ingredient of a light guide plate 61 in this example, a refractive index n is about 1.5. Therefore, [0042]

[Equation 7] $\theta_1 >$ Total reflection of the illumination light 69 is carried out by up surface 61a of a light guide plate 61 at the time of 42 degrees.

[0043] On the other hand, the conditions in which the illumination light 69 does not carry out total reflection on the front face of height 61c are [0044].

[Equation 8] $\theta_2 >$ It is 48 degrees. Moreover, the conditions in which the light which carried out outgoing radiation once does not carry out incidence again are [0045].

[Equation 9] It is $\theta_1 < 74.5^\circ$ degree.

[0046] At this example, it is a setup of Collimators 62a and 62b [0047]

[Equation 10] As a result of considering as $45^\circ < \theta_1 < 70^\circ$ and considering as $\theta_2 = 50^\circ$ in consideration of the process tolerance of a light guide plate 61, the assembly precision of a lighting system, the precision of a collimator, etc., the leakage of the light to the direction of up surface 61a of a light guide plate 61 was not accepted, but as a result of checking that the illumination light carries out outgoing radiation only to lower surface 62b and attaching in the liquid crystal display component 72, the good display property was acquired.

[0048] Moreover, in order not to carry out incidence of the illumination light 69 which spreads a light guide plate 61 to the point of height 61c formed in the cone form or the pyramid form, it may make a flat surface a part for the point of height 61c. At this time, height 61c becomes a truncated-cone form and a truncated-pyramid form.

[0049] Drawing 4 is drawing showing other configurations of height 61c. Here, height 81c of the shape of an easy semi-sphere of processing is formed. Hereafter, the principle of operation is explained with reference to drawing 4.

[0050] It is [0051], when the incident angle over up surface 61a of a light guide plate of the illumination light 89a and 89b which carried out incidence to the light guide plate 61 from Lamps 63a and 63b, and lower surface 61b is set to theta15 and theta11, respectively and the refractive index of a light guide plate 61 is set to n.

[Equation 11] $\sin\theta_{11} > 1/n$ [0052]

[Equation 12] When fulfilling the conditions of $\sin\theta_{15} > 1/n$, illumination light 89a and 89b

spreads the light guide plate 61 interior, repeating reflection between up surface 61a of a light guide plate 61, and lower surface 61b.

[0053] The 81d [of front faces of height 81c of illumination-light 89a which passes right end contiguity section 81e in drawing 4 of height 81c when illumination light 89a and 89b carries out incidence to height 81c formed in lower surface 61b of a light guide plate 61, and illumination-light 89b which passed along 81f of left end contiguity sections of height 81c] incident angles theta13 and theta16 are [0054].

[Equation 13] $\theta_{13} \approx 90^\circ - \theta_{15}$ [0055]

[Equation 14] It is $\theta_{16} \approx 90^\circ - \theta_{11}$.

[0056] Since the illumination light 89a and 89b which carries out incidence to height 81c passes through between said right end contiguity section 81e and 81f of left end contiguity sections, a 81d [of front faces of height 81c] incident angle becomes smaller than the above theta13 and theta16. Since a refractive index is about 1.5 when PMMA is adopted as the ingredient of a light guide plate, when the incident angle on the front face of a light guide plate is 48 degrees or more, the illumination light carries out outgoing radiation by height 81c. As a result of restricting the incident angle of a light guide plate 61 so that it may become 48 degrees or more with a collimator, the leakage of the illumination light from a light guide plate front face was not accepted, but outgoing radiation of the illumination light was carried out from lower surface 61b. When the light guide plate 61 was attached in the liquid crystal display component 72, good display grace was acquired.

[0057] Drawing 5 is drawing for explaining other examples of this invention. Drawing 5 is referred to and it is [0058] from a Snell's law first.

[Equation 15] $N \cdot \sin \theta_{tab} = \sin \theta_{taa}$ is realized. Here, it is [0059] when the light from the external lamps 63a and 63b carries out incidence into a light guide plate 61.

[Equation 16] It is set to $\sin \theta_{tab} < 1/n$. On the other hand, the conditions in which incident light carries out total reflection on the front face of the light guide plate 61 interior are [0060].

[Equation 17] It is $\sin \theta_{taa} > 1/n$. It is here and is [0061].

[Equation 18] Since it is $c = 90^\circ$ of $\theta_b + \theta_a$, it is said-16 number and several 17 to [0062].

[Equation 19]

$\sin \theta_{tab} < 1/n < \sin (90^\circ - \theta_{tab})$

It comes out. θ_{tab} which fills this several 19 relational expression is [0063].

[Equation 20] It is $\theta_{tab} < 45^\circ$. At this time, a refractive index n is [0064].

[Equation 21] It is $n > 1.42$. Therefore, when the refractive index n of a light guide plate 61 fills said-21 number, the collimators 62a and 62b for restricting the incident angle of the incident light to a light guide plate 61 become unnecessary. For example, since a refractive index n is 1.5 when PMMA is used as an ingredient of a light guide plate 61, the collimator for restricting the upper limit of the incident angle of the incident light from Lamps 63a and 63b becomes unnecessary.

[0065] Drawing 6 is drawing for explaining other principles of operation of a light guide plate 61.

Here, the refractive index of a light guide plate 61 is set to n , in the liquid crystal display component 72 of a light guide plate 61, the refractive index of the matter located in the opposite side is set to n_1 , and the refractive index of the matter located in the liquid crystal display component 72 side of a light guide plate 61 is set to n_2 .

[0066] Drawing 6 (1) shows the actuation in $n_1 = n_2$. Although light is reflected in lower surface 61b other than height 61c of a light guide plate 61, outgoing radiation of the light which carried out incidence to height 61c is carried out to the liquid crystal display component 72 side, without reflecting.

[0067] Drawing 6 (2) shows the principle of operation in $n_1 > n_2$. In up surface 61a of a light guide plate 61, although total reflection of the light is carried out, outgoing radiation of it is carried out to the liquid crystal display component 72 side also from parts other than height 61c of lower surface 61b. Outgoing radiation of the light which carried out incidence to height 61c is altogether carried

out to the liquid crystal display component 72 side like the case where it is shown in drawing 6 (1). [0068] As for drawing 6 (3), the refractive index n_2 shows the principle of operation in the case of being sufficiently small compared with the refractive index n of a light guide plate 61. In this case, the light which carried out outgoing radiation from height 61c may carry out re-incidence to a light guide plate 61. At this time, outgoing radiation of the light which carried out re-incidence is carried out to an upper part 70, i.e., watcher, side from up surface 61a of a light guide plate 61. Although the outgoing radiation to the upper part of such a light is not not much desirable, if it does not reach a watcher's 70 eyes directly, it does not serve as big trouble.

[0069] Drawing 7 is a graph which shows the relation between the number of a height, and the quantity of light. What is necessary is just to choose the number of a height suitably according to the quantity of light of Lamps 63a and 63b. Moreover, the quantity of light taken out from a light guide plate can be equalized by changing the magnitude of a projection, a configuration, a consistency, etc. suitably in the front face of a light guide plate. On the other hand, if a projection is arranged to a light guide plate so that it may become good [locations other than the pixel of the liquid crystal display component 72, for example, the light-shielding film between pixels,], a display will stop influencing at all by projection, and a more desirable display will be obtained.

[0070] Although PMMA was used as an ingredient of a light guide plate in this example, a light guide can be carried out that there is no attenuation in homogeneity, and as long as a refractive index is a suitable value, ingredients, such as other ingredients, for example, glass, CR-39 resin, a polycarbonate, a polyvinyl chloride, and polyester, may be used.

[0071] The light which carried out outgoing radiation from the light guide plate 61 as mentioned above does not reflect transparency substrate 65a, either, but it goes straight on until it reaches a reflecting plate 68. After scattered reflection is carried out and being equalized by reflector 68a, the light which reached reflector 68a of a reflecting plate 68 carries out sequential passage of adhesives 67b, polarizing plate 64b, adhesives 67a, transparency substrate 65b, the liquid crystal layer 66, transparency substrate 65a, air-space 71b, a light guide plate 61, air-space 71a, and the polarizing plate 64a, and reaches the eyes of the watcher 70 who looks at the screen. At this time, in order to improve the homogeneity of light, a diffusion plate can also be obtained between a reflecting plate 68 and transparency substrate 65b.

[0072] According to this example, the light guide plate 61, Collimators 62a and 62b, and Lamps 63a and 63b which constitute light equipment can be arranged as mentioned above in the front face (watcher 70 side) of the liquid crystal display component 72. Even if it is a case dark in a perimeter in a reflective mold liquid crystal display, by operating light equipment (lighting), a light required for a display is given to the liquid crystal display component 72 by this, and the legible display of it is attained by it.

[0073] Moreover, when bright in a perimeter, by switching off light equipment, a light guide plate 61 becomes transparent and at least outdoor daylight can realize a display legible enough. Thus, only when required, power consumption can be reduced by operating light equipment.

[0074] Furthermore, since a light guide plate 61 can be arranged between polarizing plate 64a and the liquid crystal display component 72, the count to which light passes a polarizing plate can be reduced once, and a brighter display can be realized compared with the case where a light guide plate 61 is arranged on the outside of polarizing plate 64a.

[0075] in this example, also although it excels using the lamps 63a and 63b by which opposite arrangement is carried out, sufficient quantity of light is obtained -- as long as it becomes, the number of lamps may be one.

[0076] Furthermore, the display which was excellent in homogeneity as compared with ** lighting lamp method which is the conventional technique is obtained. As compared with ** transparency reflective method which is the conventional technique, a thin form and the homogeneous outstanding display are obtained a light weight and brightly further again.

[0077]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, it can install in the front face of a liquid crystal display, the light from the light source does not go into a direct observation person's eyes, and the uniform lighting to a liquid crystal display component of the light guide plate and the light source which constitute light equipment is attained. By this, the lighting in the reflective mold liquid crystal display which was conventionally difficult for lighting is attained. Moreover, since a light guide plate is a thin form, it fits the portable OA equipment carrying a reflective mold liquid crystal display. In addition, when it can be bright in a perimeter and it can illuminate by outdoor daylight, the light source can be switched off, and when dark in a perimeter, it can turn on switching on the light etc. if needed, and power consumption can be reduced by choosing putting out lights. Thus, the reflective mold liquid crystal display of a low power is realizable in a light weight and a thin form.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the configuration of the liquid crystal display 60 which is one example of this invention.

[Drawing 2] It is process drawing explaining the manufacture approach of a liquid crystal display 60.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the principle of operation of the light guide plate 61 with which a liquid crystal display 60 is equipped.

[Drawing 4] It is drawing for explaining other principles of operation of the light guide plate 61 with which a liquid crystal display 60 is equipped.

[Drawing 5] It is drawing for explaining other examples of this invention.

[Drawing 6] It is drawing for explaining the principle of operation of further others of the light guide plate 61 used for this invention.

[Drawing 7] It is the graph which shows the relation between the number of a height, and the quantity of light.

[Drawing 8] It is the sectional view showing the example of a configuration of the liquid crystal display by the lighting lamp method.

[Drawing 9] It is the sectional view showing the example of a configuration of the liquid crystal display by the reflecting mirror method.

[Drawing 10] It is drawing showing the example of a configuration of the liquid crystal display by the monotonous form lamp method.

[Drawing 11] It is the sectional view showing the example of a configuration of the liquid crystal display by the light guide plate method.

[Drawing 12] It is the sectional view showing the example of a configuration of the liquid crystal display by the transparency reflecting plate method.

[Description of Notations]

60 Liquid Crystal Display
 61 Light Guide Plate
 61a Up front face
 61b Lower front face
 61c Height
 62a, 62b Collimator
 63a, 63b Lamp
 64a, 64b Polarizing plate
 65a, 65b Transparency substrate
 66 Liquid Crystal Layer
 67a, 67b Transparency adhesives
 68 Reflecting Plate
 69a, 69b Light source light
 70 Watcher
 71a, 71b Air space
 72 Liquid Crystal Display Component
 68a Reflector

[Translation done.]

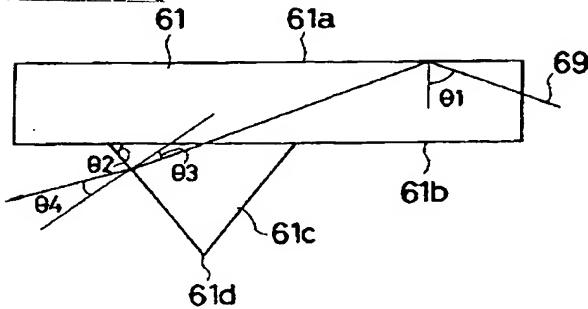
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

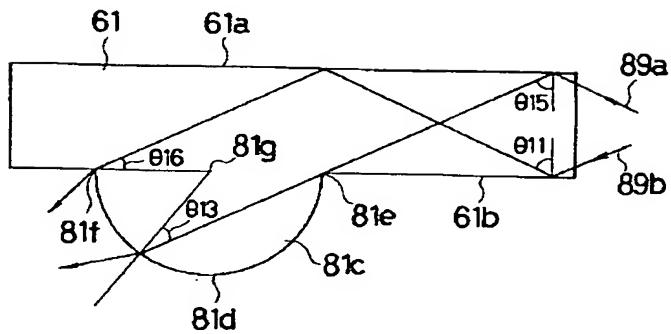
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 3]

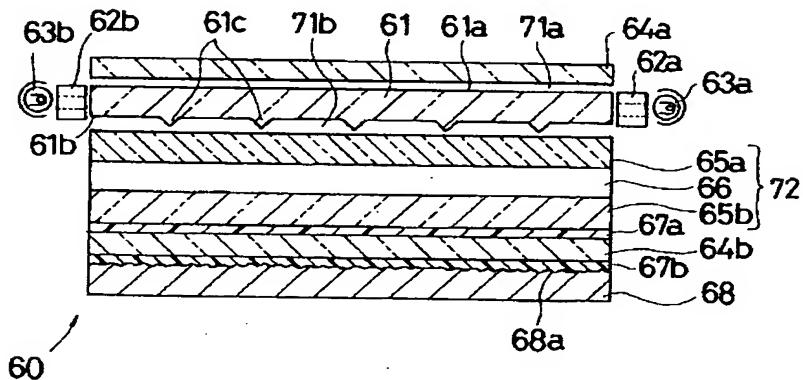


[Drawing 4]



[Drawing 1]

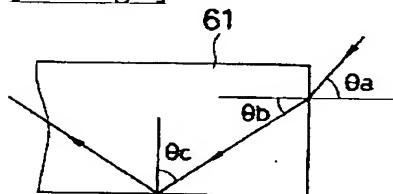
A - 70



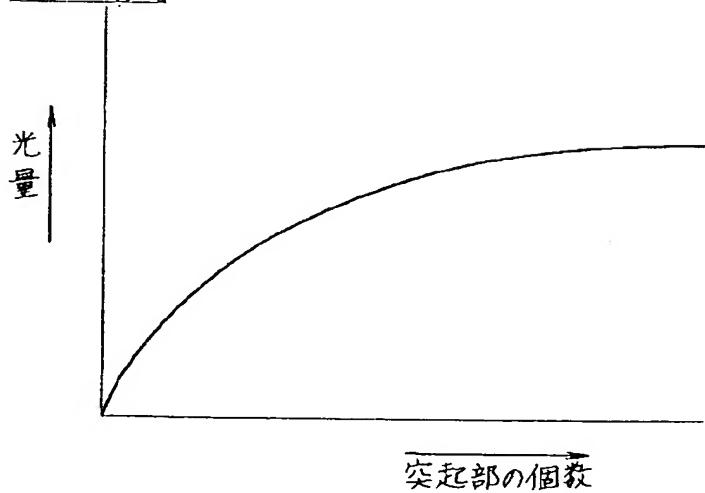
[Drawing 2]



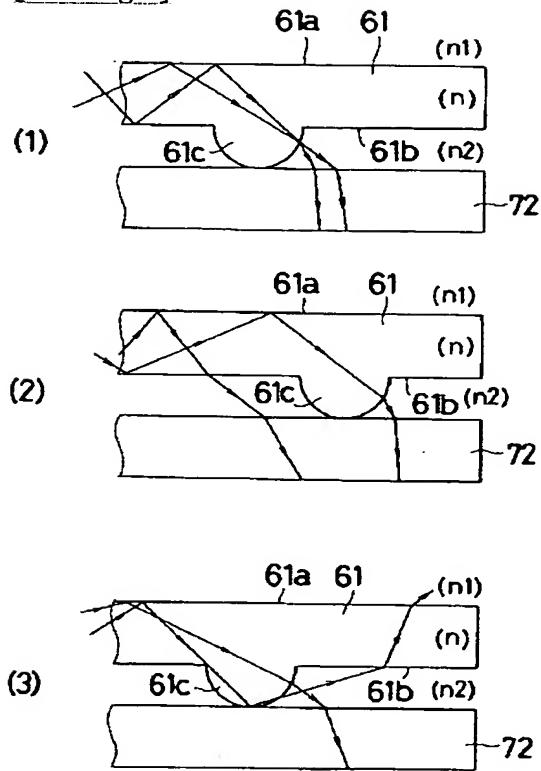
[Drawing 5]



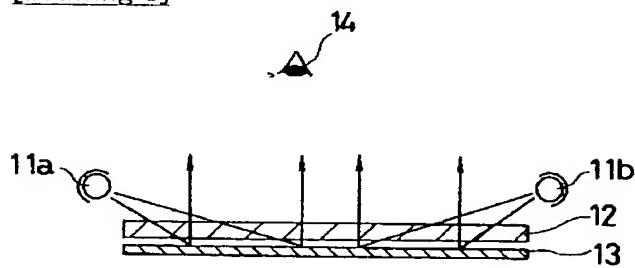
[Drawing 7]



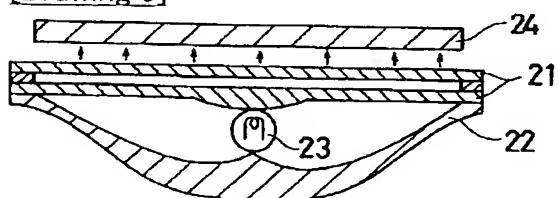
[Drawing 6]



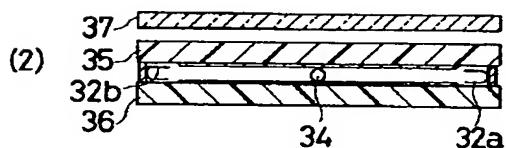
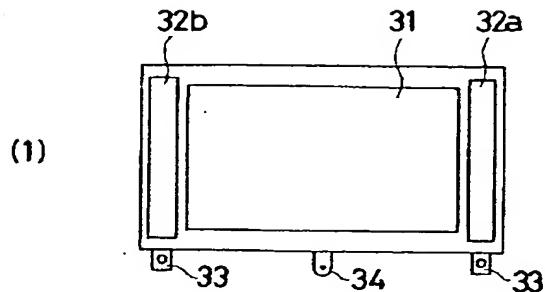
[Drawing 8]



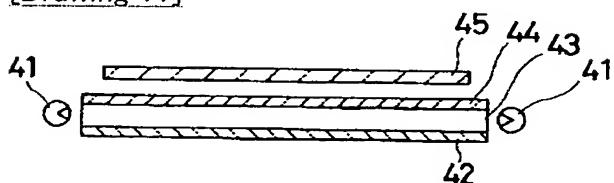
[Drawing 9]



[Drawing 10]

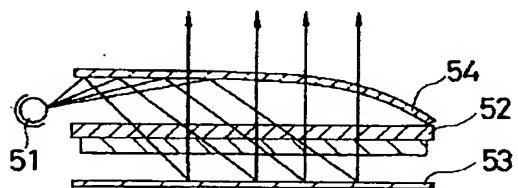


[Drawing 11]



[Drawing 12]

55



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-158034

(43)公開日 平成5年(1993)6月25日

(51) Int.Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335 5 2 0 7724-2K
 5 3 0 7724-2K

審査請求 未請求 請求項の数 1(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-318991

(22)出願日 平成3年(1991)12月3日

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 山元 良高
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 石井 裕
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

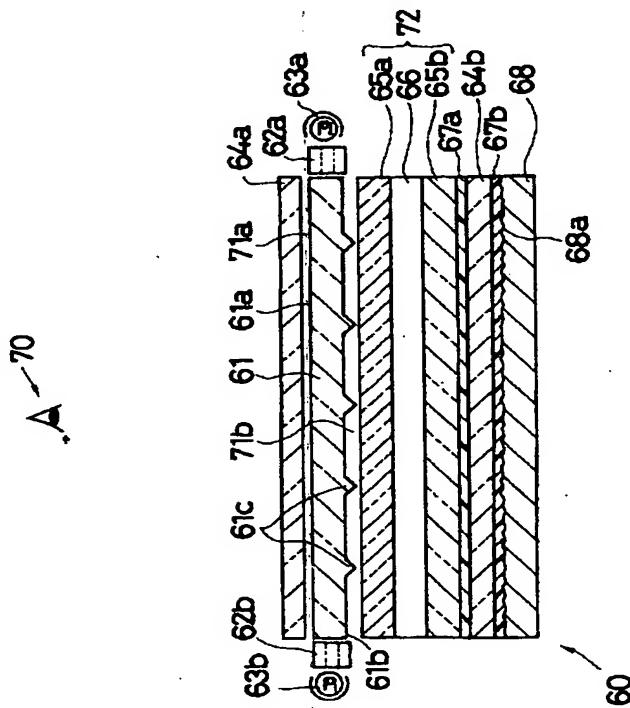
(74)代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 均一性に優れた明るい表示が可能な反射型液晶表示装置を提供する。

【構成】 液晶表示素子72の観測者70側に、突起部61cを形成した導光板61を配置し、該導光板61の対向する側面の外方側にそれぞれ一対のランプ63a, 63bを配置する。さらに、導光板61とランプ63a, 63bとの間にランプからの光の上部表面61aへの入射角θを制限するためのコリメータ62a, 62bを配置する。すなわち、コリメータ62a, 62bによって、上部表面61aへの入射角θを、入射光が全反射する角度に設定する。これによって、ランプ63a, 63bからの光が直接観測者70に到達することはなく、導光板61に形成された突起部61cに入射した光は液晶表示素子72側へ出射する。これによって、液晶表示素子72への均一な照明を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板と、該透明基板に対向して配置され、透明基板側からの入射光を反射する反射手段を備えた対向基板との間に液晶層を介在して構成される液晶表示素子と、

前記液晶表示素子の透明基板側に配置される導光板と、前記導光板の側面に配置される光源とを含み、

前記導光板の液晶表示素子側表面に複数の突起部を形成し、導光板の屈折率を n とし、導光板の液晶表示素子とは反対側に位置する物質の屈折率を n_1 とし、導光板の液晶表示素子とは反対側表面への光源光の入射角度を θ としたとき、

【数1】 $n_1 < n \cdot \sin \theta$

の条件を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどのOA（オフィス・オートメーション）機器や、ポータブルビデオテープレコーダーのビューファインダ、あるいは画像信号の各種モニタなどに用いられるいわゆる反射形の液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 EL (Electro Luminescence ; エレクトロルミネッセンス) やCRT (Cathode Ray Tube ; 陰極線管)、LED (Light Emitting Diode ; 発光ダイオード) などは、自ら発光する表示装置であるのに対し、液晶は自ら発光せず、光を受光して表示する表示装置である。したがって、表示を人間の目に見えるように可視化するためには光源が必要である。従来から、直視形液晶表示装置の光源装置として、多くの方法が提案され、また実用化されている。以下に、主要なものを示す。

【0003】 ①照明ランプ方式

図8は、照明ランプ方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成例を示す断面図である。ランプ11a, 11bは、液晶表示装置12の前面側、側方に配置される。ランプ11a, 11bからの光は、液晶表示装置12を透過し、反射板13で反射され、再び液晶表示装置12へ投光され、表示光となる。この照明ランプ方式の場合、光源であるランプ11a, 11bを液晶表示装置12の表示面の前面側に設置可能であり、部品点数も少なく、簡便で安価な液晶表示装置である。

【0004】 ②反射鏡方式

図9は、反射鏡方式の光源を用いる液晶表示装置の構成例を示す図である。反射鏡方式は、光の利用効率は高く、高輝度が得られるため、よく利用される方式である。ランプ23の液晶表示装置24とは反対側に反射板22を配設し、ランプ23からの光を効率よく前面（液晶表示装置24側）に放射する。反射板22だけでは高輝度部分がランプ23の周辺に偏り、輝度むらとなりやすい問題があり、拡散板21をランプ23の前面に配設

し、拡散板21の厚みを変えるなどして輝度の均一性を改善する。拡散板21からの光が液晶表示装置24へ投光される。

【0005】 ③平板形ランプ方式

図10は、平板形ランプ方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成を示す図である。前面ガラス板35および背面ガラス板36の両方の内面に蛍光剤が塗布され、蛍光面31が形成される。蛍光面31の左右両端には、放電電極32a, 32bが配設されており、放電電極32a, 32b間の放電によって蛍光面31が発光する。蛍光面31からの光が液晶表示装置37に投光される。この平板形ランプ方式はランプ自体が平板状であり、液晶表示装置37の背面側に配設させるだけでよく、光学系が不要なため光の利用効率が高いという利点がある。

【0006】 ④導光板方式

図11は、導光板方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成を示す図である。ランプ41から放射された光は、透光性の優れたアクリル樹脂などで構成した導光板43の内面での多重反射によって導光される。導光板43の液晶表示装置45とは反対側表面には反射板42が配設されており、ランプ41からの光は前面からのみ拡散板44をとおして取出され、液晶表示装置45に投光される。ここで、ランプ41は、反射板42と図示しないスリットなどをを利用して集光し、光の利用効率の向上を図ることが多いが、この光源装置は原理的には導光板の全反射を利用したものではないため、反射板42と前記スリットは光の入射角を制限するものではない。この光源装置は比較的薄形であり、輝度の均一性にも優れるため、携帯形の液晶表示装置を利用した電子機器の薄形化に対応できる。

【0007】 ⑤EL方式

ELは、薄形、軽量の平面形の光源装置であり、輝度の均一性に優れ、液晶表示装置の光源装置としての特質を備えているが、表面輝度が低い、光色の選択幅が狭い、使用中の色劣化が速いなどの欠点を有しており、液晶表示装置のカラー化に伴って蛍光ランプにおき変えられてきた。しかしながら近年、高輝度、高寿命化のELの開発が進んでいることもあり、液晶表示装置の薄形化に伴い、ELランプが再度見直されている。

【0008】 ⑥透明反射板方式

図12は、透明反射板方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成を示す図である。ランプ51から放射された光は、液晶表示装置52の前面（観測者55側）に配設された前面反射板54で反射され、液晶表示装置52を透過し、背面反射板53で反射され、再度液晶表示装置52を透過し、前面反射板54を透過した後、液晶表示装置52を見る観測者55に到達する。この光源装置を用いた液晶表示装置はまだ実用化されていない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 近年、ワードプロセッ

サ、パーソナルコンピュータなどのOA機器の小形化、ポータブル化が進んでいる。ポータブル形の機器では持運びの簡便性を考えると薄形化、軽量化が必須条件であり、キーボードや表示装置、電池などの薄形化、軽量化が急速に進んでいる。一方、消費電力の低減も重要であり、反射形液晶表示装置は、照明の整った環境下では外光のみで表示を見る能够とするため、光源装置の取付けられていない表示機器が広く使われている。しかしながら、この種の液晶表示装置では周囲の照明が暗くなると表示が見にくくなり、使用に支障を来す問題がある。

【0010】これらの問題を解決するためには、軽量、薄形であり、かつ表示装置全面にわたって均一に照明することができる光源装置を備えた反射形液晶表示装置が必要である。反射形液晶表示装置では、背面側から照明できないため、表示面の前面に透明な光源装置を配置しなければならない。透明な前置形光源装置を搭載した反射形液晶表示装置は、周囲の照明が明るい場合は機器内蔵の光源装置を使用せずに外光のみで表示を見る能够とされ、周囲の照明が不充分な場合には機器内蔵の光源装置を使用するなど、必要な場合のみ光源装置を用いることができるため、消費電力の低減が図られる。

【0011】上述の6種類の従来技術の場合、②反射鏡方式、③平板形ランプ方式、⑤EL方式は、いずれも構造上、光源装置を液晶表示装置の前面に設置できない。また④導光板方式は、反射板があり、光源装置が透明でないため、前置できない。

【0012】①照明ランプ方式、⑥透明反射板方式では、ともに液晶表示装置の前面に設置が可能であるが、均一な照明が難しいという問題がある。また、⑥透明反射板方式では、光源装置が大形で厚くなるという問題がある。加えて、偏光板を用いる表示モード、たとえばTN-LC (Twisted Nematic Liquid Crystal)、STN-LC (Super Twisted Nematic LC)などでは、液晶表示素子内の液晶分子を初期配向として90度～270度ねじり、2枚1組の偏光板の間に液晶表示素子を配置し、その液晶表示素子の光学的性質、すなわち無電界時の旋光特性と電圧印加時の旋光解消特性とを利用して表示を行うものであるが、上記の①照明ランプ方式、⑥透明反射板方式では2枚の偏光板の外側に光源装置を設置しなければならないため、光源光は各偏光板を2回ずつ、合計4回通過することになる。このため偏光板での光の吸収が大きく、光源光の利用効率が低下し、表示が暗くなるという問題がある。

【0013】本発明の目的は、明るい表示が可能な反射形の液晶表示装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明基板と、該透明基板に対向して配置され、透明基板側からの入射光を反射する反射手段を備えた対向基板との間に液晶層を介在して構成される液晶表示素子と、前記液晶表示素

子の透明基板側に配置される導光板と、前記導光板の側面に配置される光源とを含み、前記導光板の液晶表示素子側表面に複数の突起部を形成し、導光板の屈折率をnとし、導光板の液晶表示素子とは反対側に位置する物質の屈折率をn1とし、導光板の液晶表示素子とは反対側表面への光源光の入射角度をθとしたとき、

【0015】

【数1】 $n_1 < n \cdot \sin \theta$

の条件を満たすことを特徴とする液晶表示装置である。

【0016】

【作用】本発明に従えば、透明基板に対向して配置される対向基板側に反射手段が配置され、透明基板側から入射される光を反射する液晶表示素子を用いて光の透過／遮断を制御することによって表示が行われる。本発明の液晶表示装置は、液晶表示素子の透明基板側に導光板が配置され、該導光板の側面の外方側に光源が配置される。

【0017】このとき、光源光の前記導光板の液晶表示素子とは反対側内表面への入射角θは、上記数1の関係式を満たすように、すなわち全反射するように設定される。この反射光のうち少なくとも前記突起部分に入射した光は、突起部以外の表面に入射する光よりも入射角度が小さいため、液晶表示素子側に出射する。したがって、光源光は、透明基板側、すなわち観測者側には出射せずに、液晶表示素子に入射される。この入射光は対向基板側に備えられる反射手段で反射され、液晶表示素子を透過した表示光のうち導光板での全反射状態に適合しない光のみが導光板を通過する。つまり、表示面となる透明基板から一定の距離に位置する観測者の目に入射する光は、通常、全反射条件に適合しないため、問題なく表示を見る能够とする。また、光源を消したとき、導光板は透明となり、透明基板側からの外光の入射の障害とならず、外光に基づく表示が行われる。

【0018】このように導光板と光源とから成る光源装置は、液晶表示素子の前面(表示面)側に設置する能够とされ、光源点灯時には均一で良好な照明が可能となり、光源消灯時には導光板は透明となり、外光の入射の障害とはならず、良好な表示を実現する能够とする。また、前記光源装置は、薄形平板状となり、偏光板と表示素子との間に設置が可能である。この場合、光源装置を偏光板の外側に配置した従来の液晶表示装置に比べて、偏光板の通過回数が1回少くため、偏光板による光の吸収が減少し、明るい表示を実現する能够とする。

【0019】

【実施例】図1は、本発明の一実施例である液晶表示装置60の構成を示す断面図である。液晶表示装置60は、一对の偏光板64a、64b間に液晶表示素子72を配置して構成される。液晶表示素子72は、ガラスなどから成る一对の透明基板65a、65b間に液晶層6

6を介在して構成される。本実施例では、液晶表示素子72は、後述するようにTFT(Thin Film Transistor)方式の液晶表示素子である。本実施例では、TFT方式を例にとり説明するが、これに限定されるものではなく、他の方式、たとえばMIM(Metal Insulator Metal)方式や単純マトリクス方式などでもよい。

【0020】偏光板64bの液晶表示素子72とは反対側には、反射板68が配置される。反射板68の液晶表示素子72側表面は、液晶表示素子72側からの入射光を均一に反射するために凹凸が形成される。

【0021】液晶表示素子72と偏光板64aとの間に偏光板64aとの間に空気層71a, 71bを介在して導光板61が配置される。導光板61の液晶表示素子72側表面には複数の突起部61cが形成されている。

【0022】導光板61の対向する側面の外方側には、それぞれランプ63a, 63bが配置される。導光板61とランプ63a, 63bとの間にはそれぞれコリメータ62a, 62bが配置される。コリメータ62a, 62bは、ランプ63a, 63bからの出射光の、導光板61の上部表面61aへの入射角を制限する。なお、導光板61のランプ63a, 63bが配置されない側面に反射板を設け、光の漏れを防ぐようにしてもよい。

【0023】透明基板65bおよび偏光板64b、偏光板64bおよび反射板68は、それぞれ透明接着剤67a, 67bによって接着されている。

【0024】ここでは、透明基板65aと、液晶層66と、透明基板65bと、偏光板64bと、透明接着剤67a, 67bとは、屈折率がほぼ等しくなるように材料を選択した。

【0025】ここでは、ランプ63a, 63bから導光板61への入射光の入射角を制限するためコリメータ62a, 62bを用いたが、入射角を一定の範囲内に制限できれば、他の方法を用いてもかまわない。たとえば、ランプ63a, 63bにスリットを取付けることによっても入射光を制限することは可能であり、またランプ63a, 63bに近い部分では、導光板61への入射角度が小さく、全反射が起こらないため、導光板61表面から直接光源光が外へ漏れるので、この部分を遮蔽してもよい。また、導光板61の屈折率nを適当な値にすれば、導光板61に入射した光はすべて全反射条件を満たすことができる。この場合はコリメータは省略しても構わない。

【0026】また、必要に応じて導光板61の表面61a, 61bのどちらか一方または両方に、反射防止膜、全反射を生じやすくするためのコーティングあるいは傷などを防止するためまたは生じた傷を補修するためのコーティングなどを行うようにしてもよい。

【0027】また、反射板68および透明基板65bが透明接着剤以外の手段で固定できれば、透明接着剤の代

わりにシリコンオイルなどの充填剤を充填するようにしてもよい。

【0028】さらにまた、導光板61の上部表面61aに導光板材料より屈折率の小さい材料をコーティングしてもよい。この場合は偏光板64aを導光板61上に直接接着できる。さらに、導光板61と偏光板64aの屈折率を適当な値にすると、偏光板64aを導光板61上に直接接着できる。また、導光板61の下部表面61bに導光板61より屈折率の大きな材料をコーティングしてもよい。また、導光板61の下部表面61bから光を取出すのに支障がなければ、下部表面61bにコーティングを施してもよいし、ガラス基板65aと適当な屈折率を持つ透明接着剤で接着してもかまわない。

【0029】さらに本実施例では偏光板を用いる液晶表示装置について述べたが、高分子分散型など偏光板を用いない液晶表示装置にも実施可能である。この場合は図1において偏光板64a, 64bおよび接着剤67aが省略できる。

【0030】図2は、液晶表示装置60の製造工程を説明する工程図である。工程a1では、ホウケイ酸ガラスを用いて透明基板65bを形成し、この透明基板65bの一方表面に一般的な手順でアモルファシリコンTFTを形成して絶縁電極を行列状に形成する。その表面にポリイミドなどの樹脂を塗布し、ラビング処理を施して配向膜を形成する。工程a2では、ホウケイ酸ガラスなどを用いて透明基板65aを形成し、その一方表面に共通電極である透明電極(ITO; Indium Tin Oxide)と配向膜とを形成する。

【0031】工程a3では、透明基板65a, 65bを電極形成面が対向するように配置し、かつ基板間にスペーサを介在して貼合わせる。工程a4では、透明基板65a, 65b間にTN(ツイステッドネマティック)液晶を封入する。ここでは、液晶はメルク社製のZLI-1565を使用したが、他の液晶材料を用いてもかまわない。たとえば、有機高分子と液晶化合物との複合化した液晶材料であるポリマー分散型液晶などを用いると偏光板が不良になるため、光の利用効率が向上する。また、ゲスト・ホスト型の液晶材料を用いると偏光板は1枚で表示可能である。さらに、ゲスト・ホスト型のうちでも特にホワイトテーラー型の液晶材料を用いると、有機高分子と液晶化合物との複合化した液晶材料と同様に偏光板は不要になる。一方、TN液晶材料においても本実施例で示した材料以外にも多くの材料が知られており、他の材料を用いてもかまわない。

【0032】その後、工程a5では、偏光板64bをエポキシ系の透明接着剤67aで透明基板65bに接着する。続いて工程a6で、偏光板64bにエポキシ系の透明接着剤67bで、ヘアーライン加工を施したA1反射板68を接着する。その後、一方の表面に直径約20μm、高さ約12μmの円錐形の突起部を形成した板厚約

2. 5mmのPMMA (polymethylmethacrylate) 製の導光板61を上部基板65aと軽く接する程度の位置に固定した。

【0033】本実施例ではA1反射板68を偏光板64bに接着した例を示したが、これに限定するものではない。たとえばECB (Electrically controlled birefringence)型LC、ゲストホスト型LC、ホワイトテラーラー型ゲストホストLC、ポリマー分散型LC等を利用すると1対の偏光板64a、64bの内、偏光板64bが省略できるのでガラス基板65b上に反射板を形成できる。

【0034】続いて工程a8で、導光板61の上部表面61aと約1mmの間隔をあけて偏光板64aを取付けた。これらを図示しないフレームに固定した後、工程a9において、コリメータ62a、62bとランプ63a、63bとを取付けた。

【0035】図3は、導光板61の動作原理を説明する図である。ランプ63a、63bから導光板61に入射した光69は、導光板61の上部表面61aに対する入射角をθ1、導光板61の屈折率をnとすると、

【0036】

【数2】 $\sin \theta_1 > 1/n$

の条件を満たす場合、入射光69は導光板61の上部表面61aと下部表面61bとで反射を繰り返しながら導光板61内部を伝搬していく。このとき、導光板61の下部表面61bに形成された突起部61cに光が入射すると突起部61cの表面への入射角θ3は、

【0037】

【数3】 $\theta_3 = \theta_1 - \theta_2$

である。ここで、入射角θ3が、

【0038】

【数4】 $\sin \theta_3 < 1/n$

の条件を満たすと、光69は導光板61の突起部61cの表面で全反射せず、導光板61の外部へ出射する。このとき、出射角度θ4が、

【0039】

【数5】 $\theta_4 > 90^\circ - \theta_2$

を満たすと出射した光は再び下部表面61bから導光板61に入射し、上部表面61aから出射する。

【0040】これを防止するためには、

【0041】

【数6】

$\theta_1 < \theta_2 + \sin^{-1} [\sin (90^\circ - \theta_2) / n]$ の条件を満足するように入射角θ1を制限すればよい。本実施例では導光板61の材料としてPMMAを用いたので、屈折率nは約1.5である。したがって、

【0042】

【数7】 $\theta_1 > 42^\circ$

のとき、照明光69は導光板61の上部表面61aで全反射する。

【0043】一方、照明光69が突起部61cの表面で全反射しない条件は、

【0044】

【数8】 $\theta_2 > 48^\circ$

である。また、一度出射した光が再度入射しない条件は、

【0045】

【数9】 $\theta_1 < 74.5^\circ$

である。

【0046】本実施例ではコリメータ62a、62bの設定を、

【0047】

【数10】 $45^\circ < \theta_1 < 70^\circ$

とし、導光板61の加工精度、照明装置の組立精度、コリメータの精度などを考慮して $\theta_2 = 50^\circ$ とした結果、導光板61の上部表面61a方向への光の漏れは認められず、下部表面61bのみに照明光が射出することが確認され、液晶表示素子72に取付けた結果、良好な表示特性が得られた。

【0048】また、導光板61を伝搬する照明光69は円錐形や角錐形に形成した突起部61cの先端部には入射しないため、突起部61cの先端部分を平面にしてもよい。このとき、突起部61cは円錐台形や角錐台形になる。

【0049】図4は、突起部61cの他の形状を示す図である。ここでは、加工の容易な半球状の突起部81cを形成している。以下、図4を参照して動作原理を説明する。

【0050】ランプ63a、63bから導光板61に入射した照明光89a、89bの、導光板の上部表面61aおよび下部表面61bに対する入射角をそれぞれ θ_1 、 θ_{11} とし、導光板61の屈折率をnとすると、

【0051】

【数11】 $\sin \theta_{11} > 1/n$

【0052】

【数12】 $\sin \theta_{15} > 1/n$

の条件を満たす場合、照明光89a、89bは導光板61の上部表面61aと下部表面61bとの間で反射を繰り返しながら導光板61内部を伝搬していく。

【0053】導光板61の下部表面61bに形成された突起部81cに照明光89a、89bが入射するとき、突起部81cの図4において右端近接部81eを通過する照明光89aおよび、突起部81cの左端近接部81fを通った照明光89bの、突起部81cの表面81dでの入射角 θ_{13} 、 θ_{16} は、

【0054】

【数13】 $\theta_{13} = 90^\circ - \theta_{15}$

【0055】

【数14】 $\theta_{16} = 90^\circ - \theta_{11}$

である。

【0056】突起部61cに入射する照明光89a, 89bは、前記右端近接部81eと左端近接部81fとの間を通過するので、突起部61cの表面81dへの入射角は、前記θ13, θ16よりも小さくなる。導光板の材料にPMMAを採用すると屈折率は約1.5であるので、導光板表面への入射角が48°以上のとき、突起部61cで照明光が出射する。導光板61の入射角をコリメータによって48°以上となるように制限した結果、導光板表面からの照明光の漏れは認められず、照明光は下部表面61bから出射した。導光板61を液晶表示素子72に取付けたところ、良好な表示品位が得られた。

【0057】図5は、本発明の他の実施例を説明するための図である。図5を参照して、まず、スネルの法則から、

【0058】

【数15】 $n \cdot \sin \theta_b = \sin \theta_a$

が成立つ。ここで、外部のランプ63a, 63bからの光が導光板61内に入射するとき、

【0059】

【数16】 $\sin \theta_b < 1/n$

となる。一方、入射光が導光板61内部の表面で全反射する条件は、

【0060】

【数17】 $\sin \theta_c > 1/n$

である。ここで、

【0061】

【数18】 $\theta_b + \theta_c = 90^\circ$

であるので、前記数16および数17から、

【0062】

【数19】

$\sin \theta_b < 1/n < \sin (90^\circ - \theta_b)$

である。この数19の関係式を満たすθbは

【0063】

【数20】 $\theta_b < 45^\circ$

である。このとき、屈折率nは、

【0064】

【数21】 $n > 1.42$

である。したがって導光板61の屈折率nが前記数21を満たす場合は、導光板61への入射光の入射角を制限するためのコリメータ62a, 62bは不要となる。たとえば導光板61の材料としてPMMAを用いると、屈折率nは1.5なので、ランプ63a, 63bからの入射光の入射角の上限値を制限するためのコリメータは不要となる。

【0065】図6は、導光板61の他の動作原理を説明するための図である。ここでは導光板61の屈折率をnとし、導光板61の液晶表示素子72とは反対側に位置する物質の屈折率をn1とし、導光板61の液晶表示素子72側に位置する物質の屈折率をn2とする。

【0066】図6(1)は、n1=n2の場合の動作を

示している。導光板61の突起部61c以外の下部表面61bでは光は反射するが、突起部61cに入射した光は反射せずに液晶表示素子72側に出射する。

【0067】図6(2)は、n1>n2の場合の動作原理を示している。導光板61の上部表面61aでは光は全反射するが、下部表面61bの突起部61c以外の部分からも液晶表示素子72側に出射する。突起部61cに入射した光は図6(1)に示す場合と同様に全て液晶表示素子72側に出射する。

【0068】図6(3)は、屈折率n2が導光板61の屈折率nに比べて十分小さい場合の動作原理を示している。この場合突起部61cから出射した光が導光板61に再入射する場合がある。このとき、再入射した光は導光板61の上部表面61aから上方、すなわち観測者70側に出射する。このような光の上方への出射は、あまり望ましいものではないが、観測者70の目に直接到達しなければ大きな支障とはならない。

【0069】図7は、突起部の個数と光量との関係を示すグラフである。ランプ63a, 63bの光量に応じて、適宜、突起部の個数を選択すればよい。また、突起の大きさ、形状、密度等を導光板の表面内で適当に変化させることによって導光板から取出す光量を均一化できる。一方、突起を液晶表示素子72の画素以外の場所、たとえば画素と画素の間の遮光膜の上等になるように導光板に配置すると、表示が突起によって全く影響を受けなくなり、より望ましい表示が得られる。

【0070】本実施例では導光板の材料としてPMMAを用いたが、均一に減衰なく導光でき、屈折率が適当な値であれば、他の材料、たとえばガラス、CR-39樹脂、ポリカーボネイト、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンなどの材料を用いてもよい。

【0071】上述のように導光板61から出射した光は、透明基板65aでも反射せず、反射板68に達するまで直進する。反射板68の反射面68aに到達した光は、反射面68aで乱反射され、均一化された後、接着剤67b、偏光板64b、接着剤67a、透明基板65b、液晶層66、透明基板65a、空気層71b、導光板61、空気層71a、偏光板64aを順次通過し、表示面を見る観測者70の目に到達する。このとき、光の均一性を向上するために反射板68と透明基板65bとの間に拡散板を得ることもできる。

【0072】以上のように本実施例によれば、光源装置を構成する導光板61、コリメータ62a, 62bおよびランプ63a, 63bを液晶表示素子72の前面(観測者70側)に配置することができる。これによって、反射型液晶表示装置において周囲が暗い場合であっても光源装置を作動(点灯)することによって表示に必要な光が液晶表示素子72に与えられ、見やすい表示が可能となる。

【0073】また、周囲が明るい場合は光源装置を消灯

することによって導光板61は透明となり、外光だけでも十分に見やすい表示を実現することができる。このように必要な場合にのみ光源装置を作動することによって、消費電力を削減することができる。

【0074】さらに、偏光板64aと液晶表示素子72との間に導光板61を配置することができるので、光が偏光板を通過する回数を1回減らすことができ、導光板61を偏光板64aの外側に配置する場合に比べてより明るい表示を実現することができる。

【0075】本実施例では、対向配置されるランプ63a, 63bを用いたけれども、十分な光量が得られるならば、ランプは1つであってもよい。

【0076】さらに、従来技術である①照明ランプ方式と比較すると、均一性に優れた表示が得られる。さらにまた、従来技術である⑥透明反射方式と比較して、薄形、軽量かつ明るく均一性の優れた表示が得られる。

【0077】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、光源装置を構成する導光板および光源は、液晶表示装置の前面に設置可能であり、光源からの光が直接観測者の目に入るとはなく、液晶表示素子への均一な照明が可能となる。これによって、従来照明のむずかしかった反射型液晶表示装置における照明が可能となる。また、導光板は薄形であるため、反射型液晶表示装置を搭載した携帯用のOA機器に適している。加えて、周囲が明るく外光で照明可能なときは光源を消灯し、また周囲が暗いときは点灯するなど、必要に応じて点灯、消灯を選択することによって、消費電力の低減を行うことができる。このように、軽量、薄形で低消費電力の反射型液晶表示装置を実現することができる。

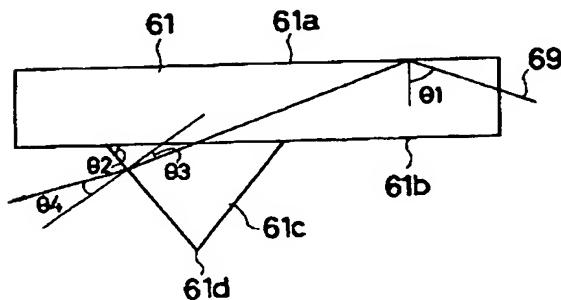
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である液晶表示装置60の構成を示す断面図である。

【図2】液晶表示装置60の製造方法を説明する工程図である。

【図3】液晶表示装置60に備えられる導光板61の動作原理を説明するための図である。

【図3】



【図4】液晶表示装置60に備えられる導光板61の他の動作原理を説明するための図である。

【図5】本発明の他の実施例を説明するための図である。

【図6】本発明に用いられる導光板61のさらに他の動作原理を説明するための図である。

【図7】突起部の個数と光量との関係を示すグラフである。

【図8】照明ランプ方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

【図9】反射鏡方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

【図10】平板形ランプ方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

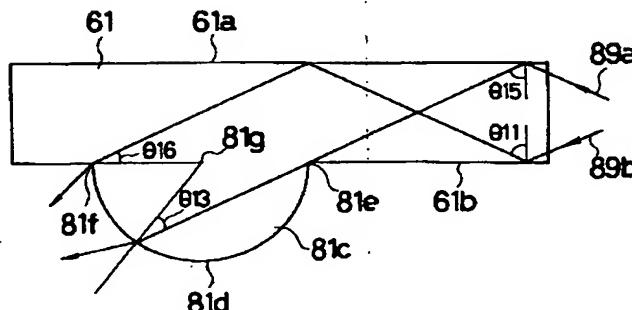
【図11】導光板方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

【図12】透明反射板方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

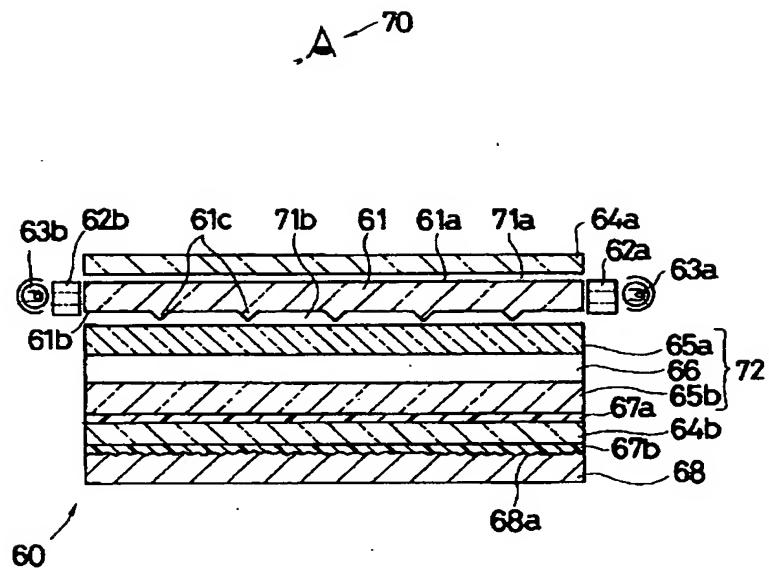
【符号の説明】

| | |
|----|----------------|
| 20 | 60 液晶表示装置 |
| | 61 導光板 |
| | 61a 上部表面 |
| | 61b 下部表面 |
| | 61c 突起部 |
| | 62a, 62b コリメータ |
| | 63a, 63b ランプ |
| | 64a, 64b 偏光板 |
| | 65a, 65b 透明基板 |
| | 66 液晶層 |
| 30 | 67a, 67b 透明接着剤 |
| | 68 反射板 |
| | 69a, 69b 光源光 |
| | 70 観測者 |
| | 71a, 71b 空気層 |
| | 72 液晶表示素子 |
| | 68a 反射面 |

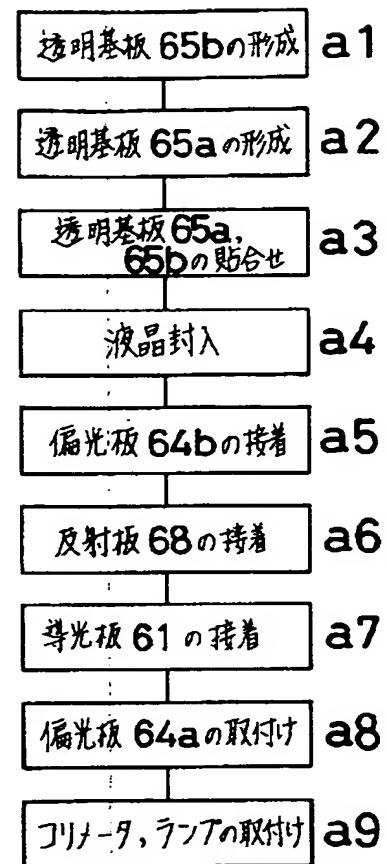
【図4】



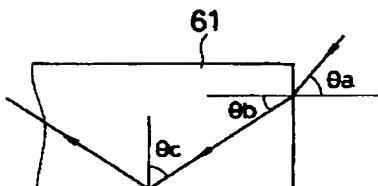
【図1】



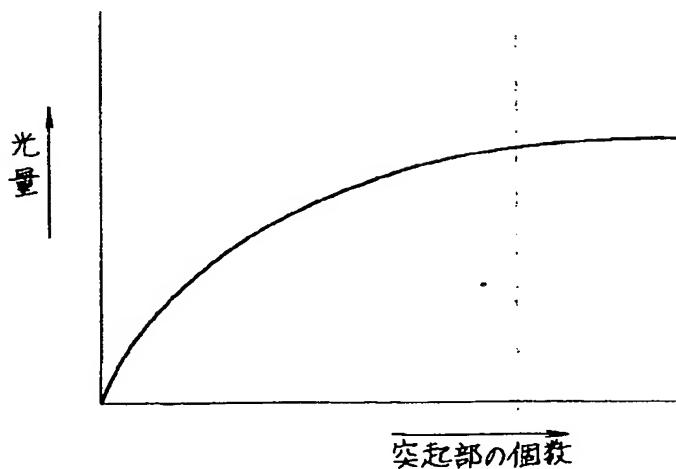
【図2】



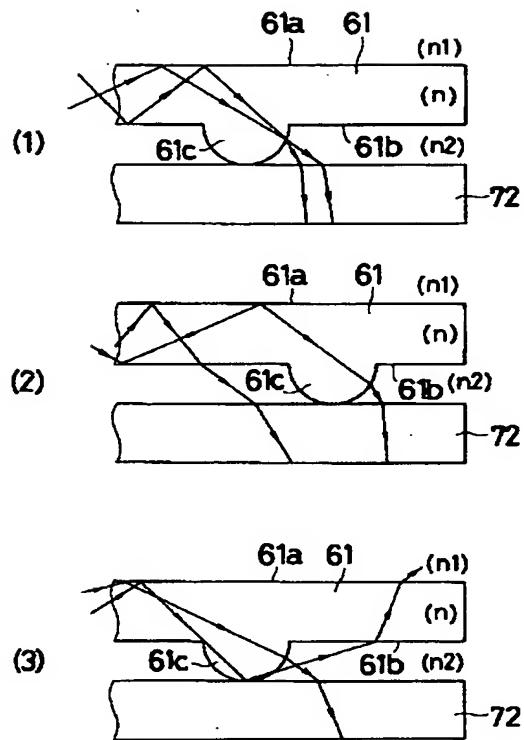
【図5】



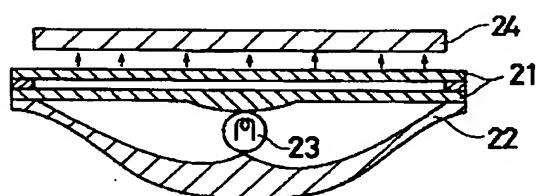
【図7】



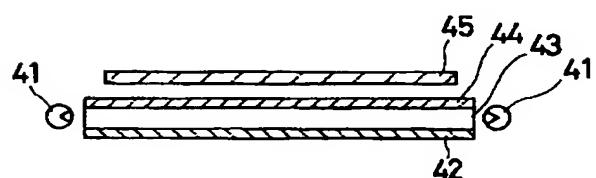
【図6】



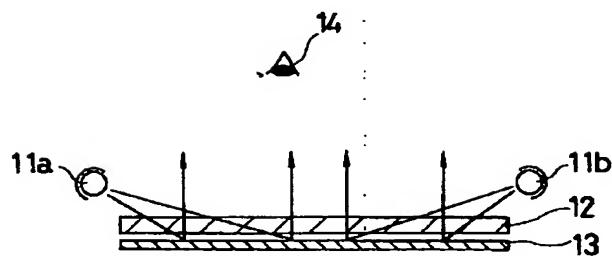
【図9】



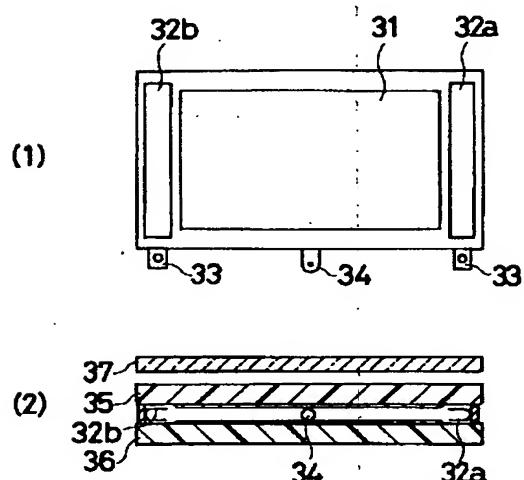
【図11】



【図8】



【図10】



【図12】

